



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015120160, 27.05.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.05.2015Дата регистрации:
15.03.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.05.2015

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2016 Бюл. № 35

(45) Опубликовано: 15.03.2017 Бюл. № 8

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, ФГАОУ
ВО УрФУ, центр интеллектуальной
собственности, Маркс Татьяне Владимировне

(72) Автор(ы):

Брусницын Сергей Викторович (RU),
Логинов Юрий Николаевич (RU),
Мысик Раиса Константиновна (RU),
Сулицин Андрей Владимирович (RU),
Ивкин Максим Олегович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2148098 C1, 27.04.2000. US
4851191 A1, 25.07.1989. RU 2382099 C2,
20.02.2010. CN 102605210 A, 25.07.2012. CN
102676875 A, 19.09.2012.

(54) ЛИТАЯ ЛАТУНЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, в частности к составу многокомпонентных деформируемых медных сплавов, содержащих Zn, Mn, Al, Si, Ni, Cr и предназначенных для получения литых заготовок, подвергающихся пластической обработке для изготовления деталей, работающих в условиях повышенного триботехнического износа. Литая латунь содержит цинк, марганец, алюминий,

кремний, хром, никель и медь и имеет структуру, состоящую из твердорастворной матрицы, упрочненной интерметаллидами, причем частицы интерметаллидов имеют равноосную форму и состоят из сердечника из силицида хрома и оболочки из силицида марганца и распределены в объеме сплава с плотностью 50-138 тыс. частиц/мм³. Технический результат - повышение твердости литой латуни. 3 ил., 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015120160, 27.05.2015**(24) Effective date for property rights:
27.05.2015Registration date:
15.03.2017

Priority:

(22) Date of filing: **27.05.2015**(43) Application published: **20.12.2016** Bull. № 35(45) Date of publication: **15.03.2017** Bull. № 8

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, FGAOU VO
UrFU, tsentr intellektualnoj sobstvennosti, Marks
Tatyane Vladimirovne**

(72) Inventor(s):

**Brusnitsyn Sergej Viktorovich (RU),
Loginov Yuriy Nikolaevich (RU),
Mysik Raisa Konstantinovna (RU),
Sulitsin Andrej Vladimirovich (RU),
Ivkin Maksim Olegovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Uralskij federalnyj universitet
imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. Eltsina"
(RU)**

(54) **CAST BRASS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to metallurgy, in particular to a composition of multicomponent deformable copper alloys containing Zn, Mn, Al, Si, Ni, Cr and intended for production of cast workpieces subjected to plastic working for production of parts, operating in conditions of higher tribotechnical wear. Cast brass contains zinc, manganese, aluminium, silicon, chromium, nickel and copper and has a structure

consisting of solid solution matrix hardened with intermetallic compounds, wherein particles of intermetallic compounds have an equiaxial shape and consist of a core of chromium silicide and a shell of manganese silicide and are distributed in alloy volume with density of 50–138 thousand particles/mm³.

EFFECT: higher hardness of cast brass.

1 cl, 3 dwg, 1 tbl

R U
2 613 234
C 2

R U
2 613 234
C 2

Предлагаемый объект относится к области металлургии, в частности к составу многокомпонентных деформируемых медных сплавов, содержащих Zn, Mn, Al, Si, Ni, Cr и предназначенных для получения литых заготовок, подвергающихся пластической обработке для изготовления деталей, работающих в условиях повышенного
 5 триботехнического износа. В некоторых случаях эти сплавы, иногда называемые сложнолегированными латунями, применяют для изготовления синхронизаторов коробок передач автомобилей.

Необходимые свойства латуней для изготовления указанных автомобильных деталей обеспечиваются правильно подобранными химическими и фазовыми составами, а также
 10 приемами литья [1].

В статье [2] приведен химический состав медного сплава для изготовления со следующим соотношением компонентов: 63% Cu, 8% Mn, 4% Al, 1% Si и 20% Zn и показано, что с увеличением содержания альфа-фазы твердость материала уменьшается, но повышается сопротивление износу. Недостатком сплава является отсутствие в его
 15 составе хрома, который обеспечивает возможность дополнительного упрочнения.

Фирма CHUETSU METAL WORKS получила патент [3] на заготовку из сплава на основе меди, содержащего 28-32% цинка, 3,5-5,5% алюминия, 0,5-2,0% железа, 1-3% никеля, 0,1-1,0% ниобия и 0,4-1,5% титана. В состав структуры сплава входят интерметаллидные соединения Ti-Ni-Fe-Al и Nb-Fe-Al. Наличие интерметаллидов
 20 позволяет значительно упрочнить сплав.

В соответствии с патентом фирмы MITSUBISHI METAL CORP [4] автомобильную деталь изготавливают из материала на основе меди, содержащего 20-40% цинка, 2-8% алюминия и, по крайней мере, двух компонентов, образующих интерметаллидные частицы и выбранных из числа следующих элементов: титана, циркония, хрома, железа,
 25 никеля, кобальта, марганца, кремния. Кроме того, рабочая поверхность кольца может содержать слой оксида алюминия толщиной 0,1-10 мкм.

Эта же фирма запатентовала заготовку на основе медного сплава, содержащего 20-40% цинка, 2-11% алюминия, и 1-5% металла из группы железа, никеля, кобальта, 0,1-4% титана, 0,01-0,5% магния [5]. Следующий патент этой фирмы [6] предполагал наличие
 30 в сплаве матрицы на основе α - и β' -фаз. По этому патенту слиток из латуни сложного состава, содержащей алюминий, никель, титан, магний, должен состоять из смеси α - и β -фаз. Слиток подвергается прессованию и горячей ковке, а затем финишной обработке для придания необходимой формы, при этом материал получает твердость 240HV. После отжига при 300-500°C металл разупрочняется до твердости 170-220HV, за счет
 35 чего достигается высокий срок службы деталей.

В патенте Японии [7] заявлен сплав для изготовления деталей автомобилей, содержащий 27-33% цинка, 3-4,5% алюминия, и 1,5-3% никеля 1-2% титана, 0,2-0,7% марганца, 0,005-0,5% железа, 0,01-0,1% кремния. Сплав должен иметь одинаковые по величине зерна α - или β -фаз с равномерно распределенными интерметаллическими
 40 частицами.

Большой объем исследований, направленных на улучшение характеристик износостойких деталей из медных сплавов, представлен фирмой MITSUBISHI METAL CORP в патенте [8]. Выработаны составы, требования к заготовкам и технологии их производства. В том числе предложены химические составы медных сплавов,
 45 содержащих, например 17-40% цинка, 2-11% алюминия, по крайней мере, один из элементов группы Fe, Ni, Co, P, Ca, Mn, Sn, Si, Pb.

Особенностью всех предложенных ранее технических решений является получение заготовки из специального сплава с заранее спроектированной структурой. В свою

очередь особенностями структуры является наличие α - и β -фаз, а также присутствие интерметаллидных соединений, упрочняющих такую матрицу. Структурные составляющие матрицы представляют собой α -твердый раствор цинка в меди, имеющий ГЦК (гранецентрированную кубическую)-решетку, β -твердый раствор меди в цинке, имеющий ОЦК (объемноцентрированную кубическую)-решетку, силицидов железа, марганца или других компонентов, имеющих сложную гексагональную кристаллическую решетку. В сплаве фаза β присутствует в виде двухфазной ($\alpha+\beta$) структуры в горячем состоянии (выше температуры 460°C) и в виде двухфазной ($\alpha+\beta'$) структуры в холодном состоянии (ниже температуры 460°C). Недостатком аналогов является отсутствие

хрома, который обеспечивает две функции:

- он образует с марганцем интерметаллиды вида Mn_5Si_3 , которые имеют гексагональную решетку и обладают повышенной твердостью;

- при содержании выше равновесного значения позволяет реализовать эффект термического упрочнения сплава при выполнении операций закалки и старения.

Наиболее близким объектом по совокупности существенных признаков является сплав на основе меди, описанный в патенте южно-корейской фирмы Poong San Metal Corporation [9].

По прототипу сплав на основе меди содержит медь, цинк, марганец, алюминий, кремний, хром, никель, а также интерметаллидные образования. Содержание компонентов в известном сплаве следующее, мас. %: 1-5 Al, 0,1-2 Si, 0,1-4 Cr, 1-5 Mn, 0,1-4 Ni, 54-66 Cu, остальное Zn и примеси. Фазовый состав сплава представлен альфа твердым раствором и альфа + бета смесью.

Часть легирующих элементов образуют частицы интерметаллидов на основе соединений Mn-Si, которые дополнительно упрочняют материал. Другие легирующие компоненты могут входить в состав α - и β -фаз. Интерметаллиды Mn-Si представляют собой неравноосные вытянутые частицы с соотношением длины к поперечному размеру 2-4, что является недостатком объекта по прототипу, поскольку предпочтительная ориентировка создает эффект анизотропии. Кроме того, недостатком прототипа является недостаточная твердость материала в литом состоянии, что обусловлено, скорее всего, недостаточной плотностью распределения частиц по объему материала, последняя величина в сплаве-прототипе не контролируется и не указывается.

Предлагается литая латунь, содержащая цинк, марганец, алюминий, кремний, хром, никель и медь и имеющая структуру, состоящую из твердорастворной матрицы, упрочненной интерметаллидами.

Латунь отличается тем, что интерметаллиды имеют равноосную форму и состоят из сердечника из силицида хрома и оболочки из силицида марганца, при этом частицы распределены в объеме латуни с плотностью распределения 50-138 тыс. частиц/мм³.

В отличие от прототипа наличие равноосных частиц приводит к эффекту изотропности, а композиционное строение упрочняющих частиц силицида хрома и силицида марганца позволяет добиться большей твердости конструкционного материала даже в литом состоянии, что доказывается выполненными экспериментами. В опытах показано также, что упрочняющий эффект создается при наличии необходимого количества частиц интерметаллидов в указанных пределах.

На фиг. 1 представлена микроструктура медного сплава при отсутствии упрочняющих частиц интерметаллидов заявляемого вида, на фиг. 2 представлена микроструктура медного сплава при количестве частиц интерметаллидов заявляемого вида, приводящем к существенному повышению твердости, на фиг. 3 представлено увеличенное изображение равноосной частицы, имеющей сердечник из силицида хрома и оболочку

из силицида марганца.

Методика получения образцов из заявляемого материала заключалась в следующем.

Выплавляли сплав заданного химического состава, используя шихтовые материалы: медь катодная марки М00, никель катодный марки Н1 по ГОСТ 849, цинк химически чистый, марганец марки Мн95 по ГОСТ 6008, кремний Кр1 по ГОСТ 2169, алюминий А7 по ГОСТ 11069, лигатура Cu-Si-Cr вакуумной плавки. Выплавку осуществляли в лабораторной печи сопротивления в графитовом тигле под слоем флюса Redox. Образцы заливали при температуре 1050-1080°C в графитовую изложницу, подогретую до 200°C. Охлаждение осуществляли на спокойном воздухе.

Для оценки качества металла и измерения твердости отливки подвергали токарной обработке с получением цилиндрических образцов диаметром 20, высотой 30 мм. Определяли химический состав образцов рентгенофлуоресцентным методом анализа с помощью прибора SPECTRO MIDEX XRF-13/1. В таблице указаны средние результаты по четырем измерениям в каждом из вариантов выполнения образцов. Здесь и далее химический состав будет указан в мас. %.

Таблица

Химический состав сплавов (Zn и примеси – остальное, мас.%),
свойства сплавов на основе меди по вариантам и достигаемый результат

№ варианта	Al	Si	Mn	Ni	Cu	Cr	N, тыс. шт./мм ³	НВ	Результат
1	1,49	1,41	3,15	0,46	65,10	0	0	231	-
2	1,45	1,26	3,34	0,48	66,42	0,14	20	232	-
3	1,48	1,34	3,66	0,52	67,37	0,15	39	233	-
4	1,50	0,76	3,15	0,45	63,48	0,17	50	298	+
5	1,45	0,77	3,14	0,49	64,89	0,23	138	291	+
6	1,58	1,18	3,29	0,51	65,84	0,33	346	248	-

После подготовки поверхностей измеряли твердость по Бринеллю НВ, а также на фотографиях шлифов подсчитывали количество упрочняющих частиц. Методом микроспектрального анализа выявили, что определенное количество упрочняющих частиц представляет собой интерметаллиды Mn-Si.

На фиг. 1 представлена структура сплава, имеющего химический состав варианта 1 таблицы. Белая стрелка 1 на фиг. 1 указывает на частицу, имеющую стержневидную форму, можно увидеть и другие частицы подобной формы, размещенные по полю фотографии. Часть частиц имеют округлую форму в плоскости шлифа, например, это частица, отмеченная белой стрелкой 2. Это не говорит об их равноосности, поскольку по третьей координате, ортогональной плоскости фотографии, они имеют вытянутый размер, т.е. форма частицы остается стержневидной. Окраска указанных частиц однородно темная, измерения химического состава показывают, что все частицы являются интерметаллидами типа Mn-Si.

Следующие варианты 2-6 таблицы описывают состав и свойства сплава при наличии в его составе хрома. На фиг. 2 приведена микроструктура сплава химического состава по варианту 4. Белыми стрелками 1 и 2 показаны интерметаллиды типа Mn-Si, имеющие

черный цвет. При этом в составе сплава выявлены интерметаллиды другого типа, на них указывают черные стрелки 3. Визуально интерметаллиды такого типа представляют собой обособленные частицы, имеющие темную оболочку и светлую сердцевину.

Увеличенное изображение такой частицы представлено на фиг. 3.

Микроспектральный анализ показывает, что темная оболочка имеет химический состав 26,69% Si, 62,04% Mn, незначительное содержание Cr на уровне 0,70%, остальное - это иные легирующие элементы и примеси, т.е. она представляет собой соединение типа Mn-Si. Светлая сердцевина имеет химический состав 16,60% Si и 77,06% Cr и тем самым представляет собой соединение типа Cr-Si.

Методами стереометрической металлографии [10, с. 77] выполнен подсчет количества упрочняющих частиц, содержащих интерметаллиды типа Cr-Si, в одном кубическом миллиметре материала $N=n/D_{cp}$, где n - количество интерметаллидов на 1 мм^2 , D_{cp} - средний размер интерметаллидов. Параметры n и D_{cp} определены по фотографиям темплетов образцов. Данные измерений усредняли и округляли с точностью до 1 тыс. штук / мм^2 .

Как видно из таблицы, диапазон изменения N составил 0-345 тыс. частиц/ мм^3 . При количестве $N=0-39$ тыс. частиц/ мм^3 твердость образцов равна 231-233 НВ (варианты 1-3). В диапазоне $N=50-138$ тыс. частиц/ мм^3 (варианты 4-5) твердость существенно повысилась до 291-298 НВ. При $N=345$ тыс. частиц/ мм^3 твердость понизилась до 248 НВ, что является негативным результатом (вариант 6). Таким образом, выявлен оптимальный диапазон количества упрочняющих частиц, содержащих интерметаллиды типа Cr-Si, на уровне 50-138 тыс. частиц/ мм^3 . Медный сплав в этом диапазоне параметра N (отмечены в таблице в колонке «Результат» знаком плюс) показывает повышенные характеристики твердости на уровне 291-298 НВ, что по сравнению с 232 НВ на 25-28% выше. Значения параметра N за пределами указанного диапазона не обеспечивают получение повышенной твердости (отмечены в таблице в колонке «Результат» знаком минус).

Можно отметить, что последующая обработка давлением сложнолегированных латуней может приводить к дополнительному повышению механических характеристик материала [11], поэтому показатели полученной твердости могут быть увеличены.

Таким образом, здесь показано достижение технического результата, заключающегося в повышении твердости сложнолегированного медного сплава в литом состоянии, если материал будет структурно упрочнен частицами указанного состава и в указанном количестве. Это позволяет использовать этот материал как конструкционный, не обязательно прибегая к дополнительным методам повышения свойств.

Источники информации

1. Патент РФ №2382099. Литая заготовка из латуни для изготовления колец синхронизаторов / Волков М.И., Логинов Ю.Н., Жукова Л.М., Титова А.Г., Мысик Р.К. Заявка №2007145286 от 23.11.07. МПК C22C 9/04. Бюл. №5 от 20.02.2010.

2. Mindivan H., Cimenoglu H., Kayali E.S. Microstructures and wear properties of brass synchroniser rings. Wear. 2003. V. 254. P. 532-537.

3. Патент US 5288683. Wear-resistant copper alloys and synchronizer rings for automobiles, comprising the same. Appl.: CHUETSU METAL WORKS (JP). Inv.: NAKASHIMA KUNIO. IPC C22C 9/04. Publ. 1994-02-22.

4. Патент US 4995924. Synchronizer ring in speed variator made of copper alloy. Appl.: MITSUBISHI METAL CORP (JP). Inv.: AKUTSU HIDETOSHI. IPC C22C 9/04. Publ. 1991-02-06.

5. Патент US 5788924. Wear resistant copper alloy and synchronizer ring made thereof. Appl.: MITSUBISHI METAL CORP (JP). Inv.: MAE YOSHIHARU, KOBAYASHI MASAO. IPC C22C 9/04. Publ. 1998-08-04.

6. Патент US 4995924. Production of synchronizer ring made of brass type copper alloy for automobile gearbox, excellent in seizure resistance. Appl.: MITSUBISHI METAL CORP (JP). TOYOTA MOTOR CORP (JP). Inv.: KOBAYASHI MASAO, MAE YOSHIHARU. IPC C22F 1/08. Publ. 1996-05-14.

7. Патент JP 2001355030. Copper alloy-made hot-die forged synchronizer rings having excellent fatigue strength in chamber part. Appl.: MITSUBISHI METAL CORP (JP). Inv.: KOBAYASHI MASAO. IPC C22C 9/04. Publ. 2001-12-25.

8. Патент US 4874439. Synchronizer ring in speed variator made of wear-resistant copper alloy having high strength and toughness. Appl.: MITSUBISHI METAL CORP (JP). Inv.: AKUTSU HIDETOSHI. IPC C22C 9/00. Publ. 1989-10-17.

9. Патент US 4851191. High strength and wear resistance copper alloys. Appl.: POONG SAN METAL CORPORATION. Inv.: KUN S. LEE, DONG K. PARK. IPC C22C 9/01. Publ. 1989-07-25.

10. Салтыков С.А. Стереометрическая металлография. - М.: Металлургия, 1976, 270 с.

11. Овчинников А.С., Логинов Ю.Н. Особенности прессования труб из сложнолегированной латуни ЛМцАЖКС. Производство проката, 2012, №4, с. 38-41.

(57) Формула изобретения

Литая латунь, содержащая цинк, марганец, алюминий, кремний, хром, никель и медь и имеющая структуру, состоящую из твердорастворной матрицы, упрочненной частицами интерметаллидов, отличающаяся тем, что частицы интерметаллидов имеют равноосную форму и состоят из сердечника из силицида хрома и оболочки из силицида марганца, при этом частицы распределены в объеме латуни с плотностью 50-138 тыс. частиц/мм³.

СПЛАВ НА ОСНОВЕ МЕДИ

